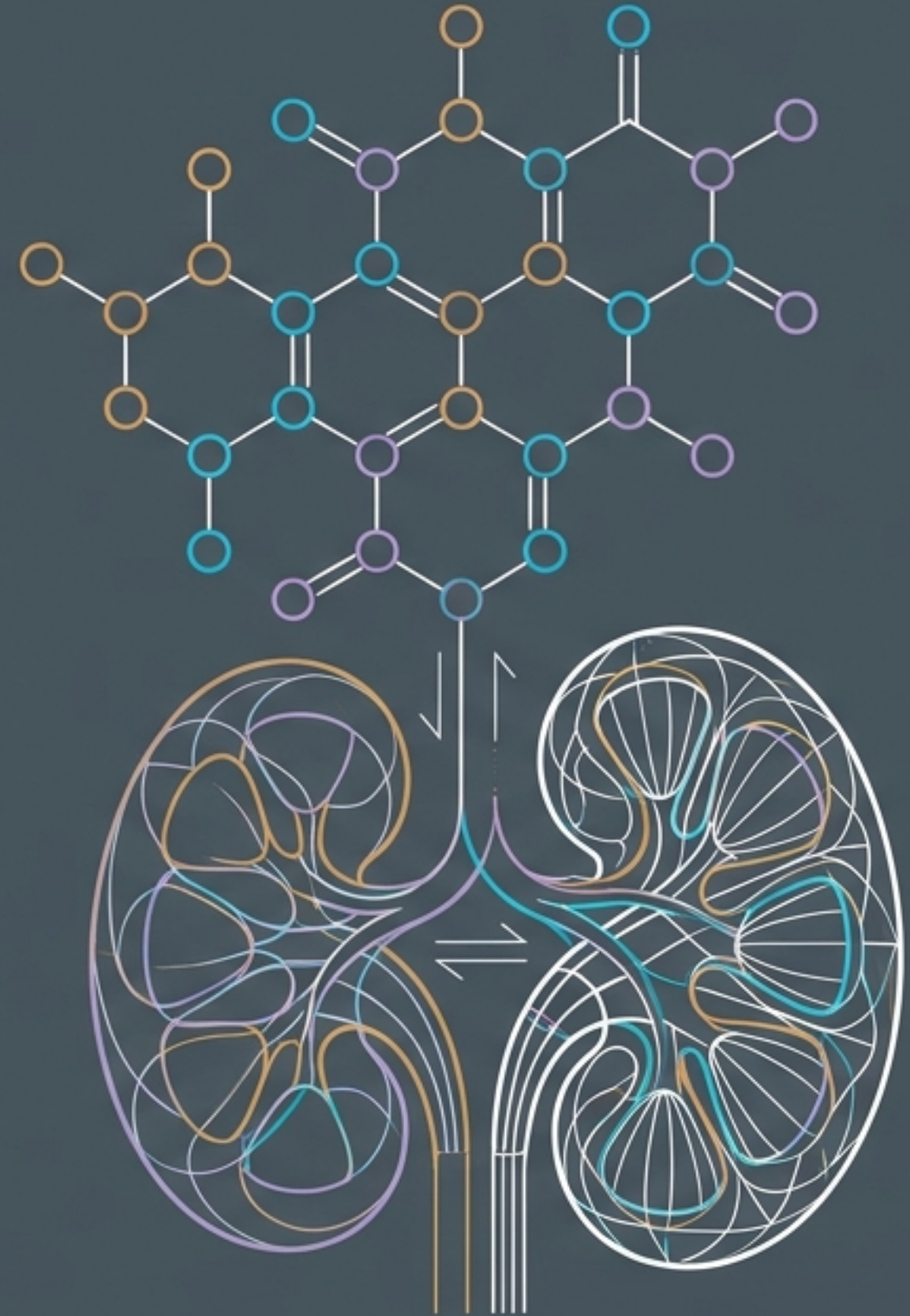


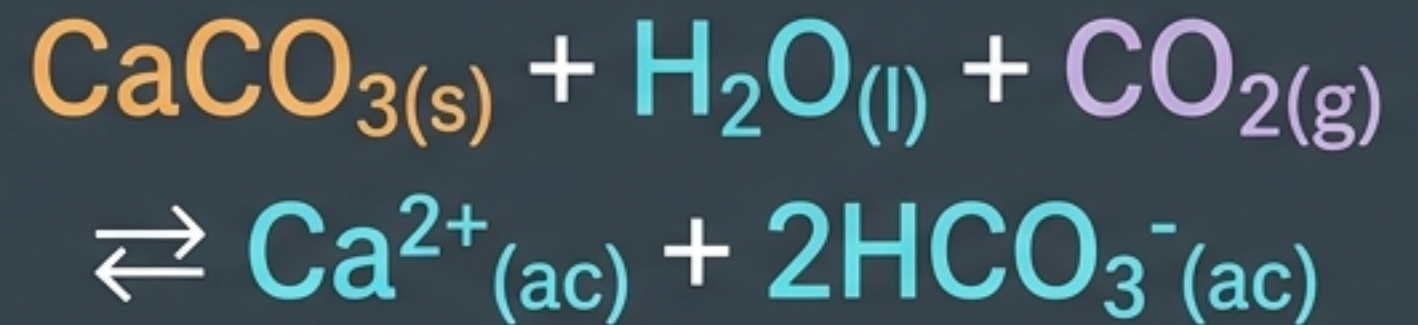
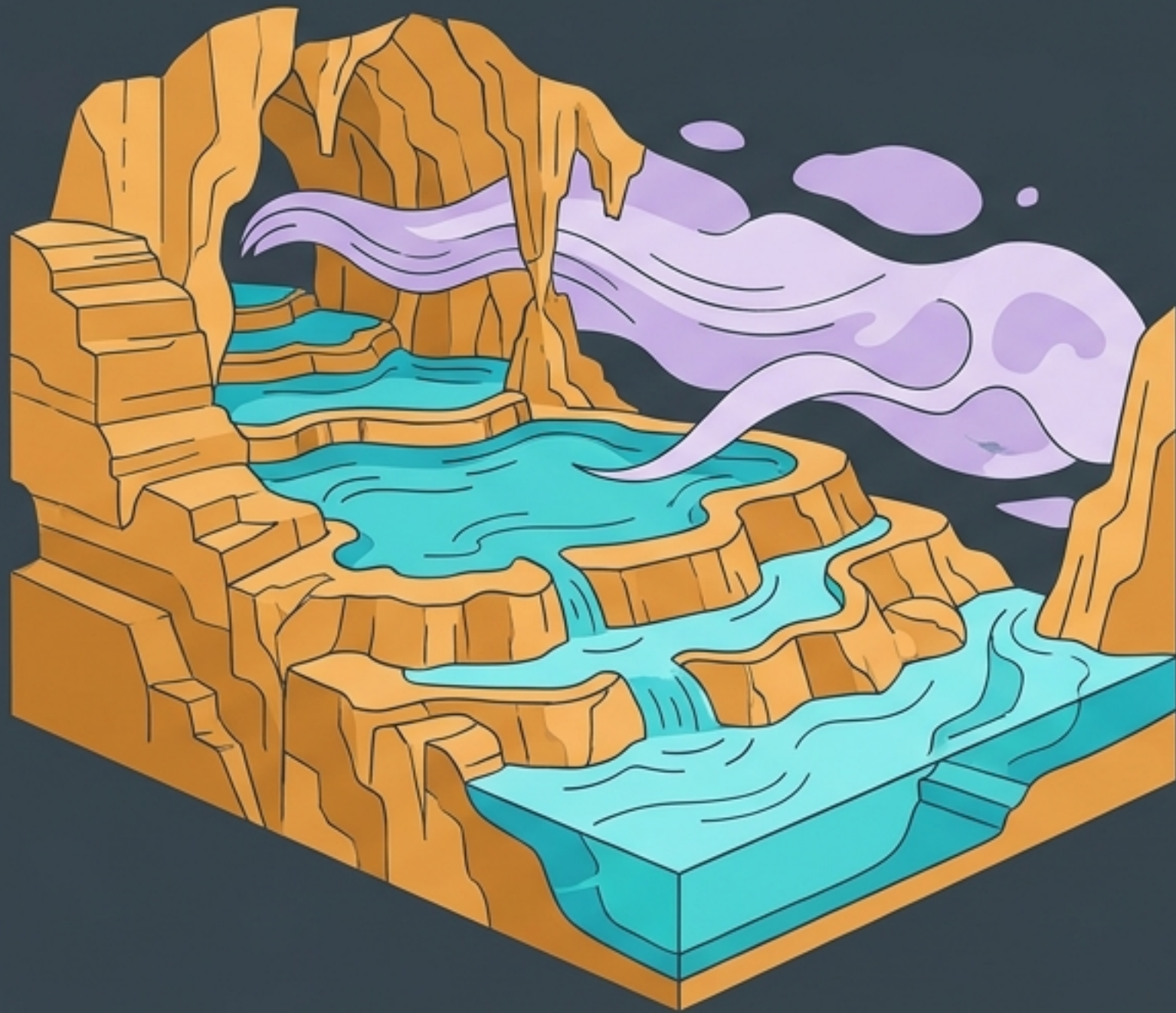
Equilibrio Heterogéneo: De la Molécula al Diagnóstico

La química de fases y su impacto en la fisiopatología humana.



La Química de Múltiples Fases en la Naturaleza

Un sistema donde reactivos y productos coexisten en más de un estado físico (sólido, líquido, gas).



La Regla de Exclusión: Constantes a Temperatura Dada

En las expresiones de la constante de equilibrio (K_c o K_p), se excluyen las concentraciones de sólidos puros y líquidos puros. Su concentración es constante y se absorbe en el valor de K .

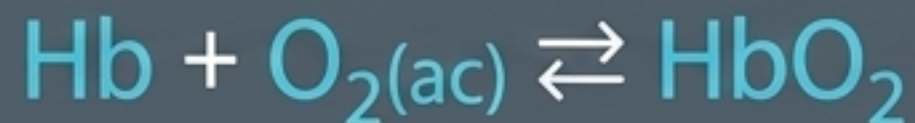


Triaje Químico: Homogéneo vs. Heterogéneo

Homogéneo



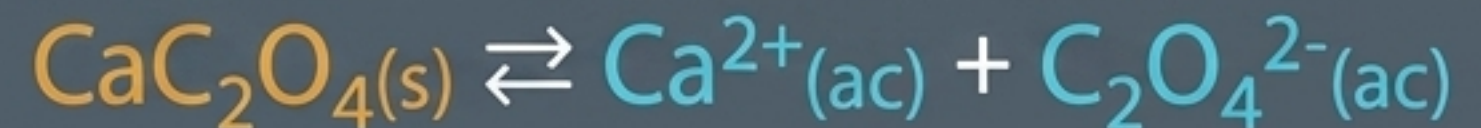
- Una sola fase presente en el sistema.
- La expresión de K incluye todas las especies.
- Ejemplo clínico: Hemoglobina



Heterogéneo

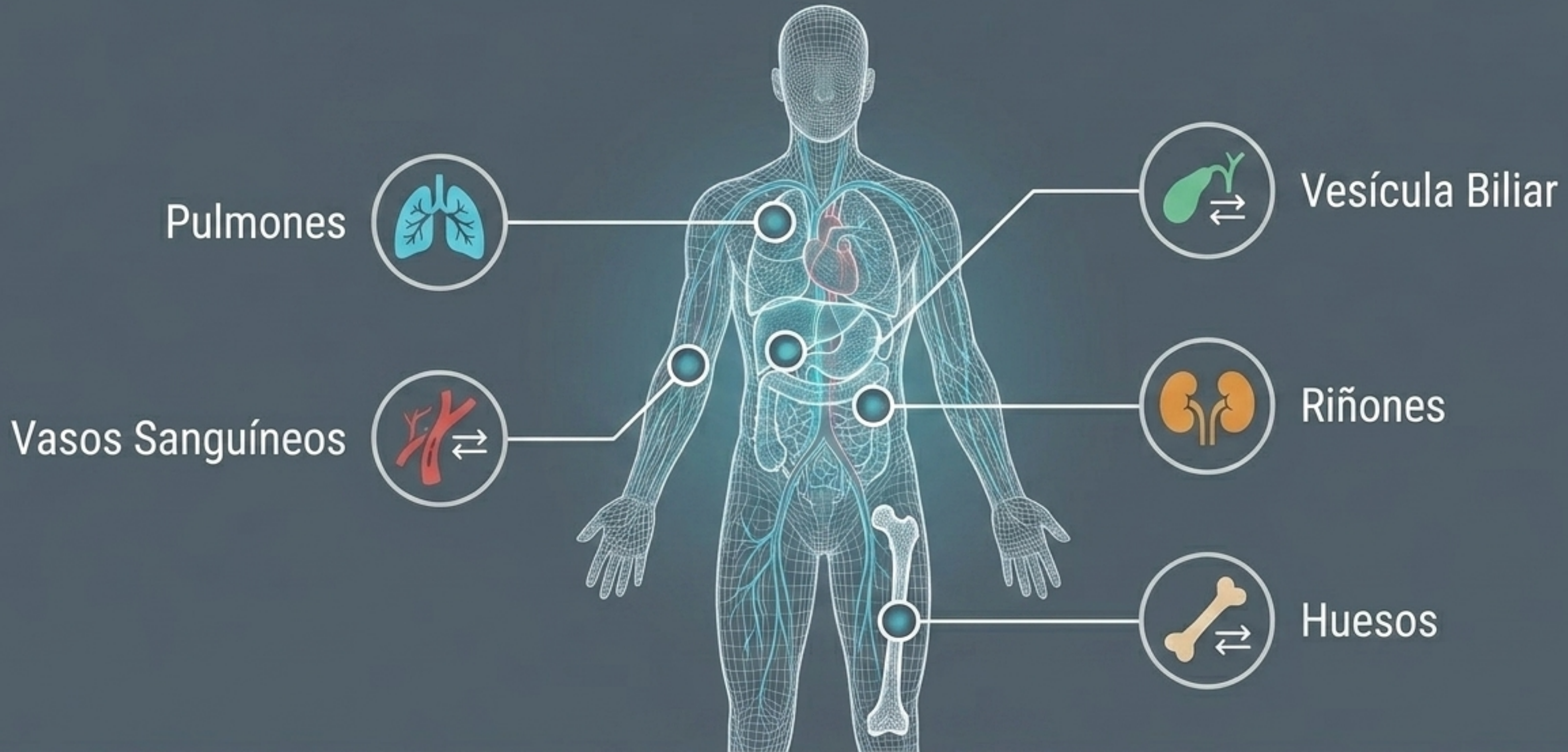


- Dos o más fases coexistiendo.
- La expresión de K excluye sólidos y líquidos puros.
- Ejemplo clínico: Nefrolitiasis



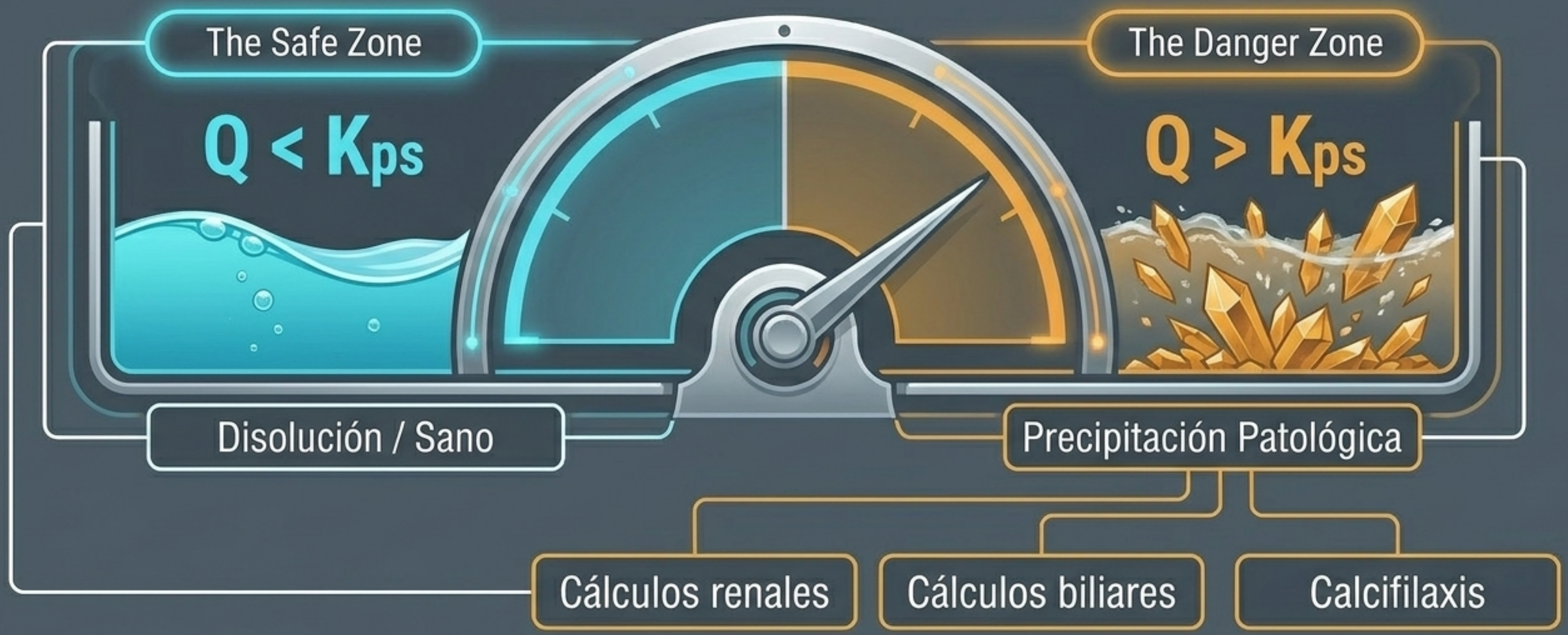
El Mapa del Equilibrio Humano

Para el futuro médico, la patología suele ser un equilibrio que se ha desplazado.



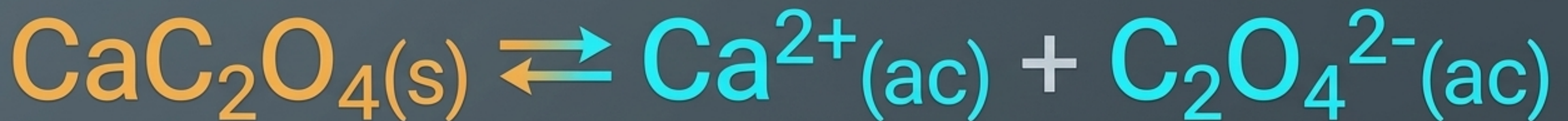
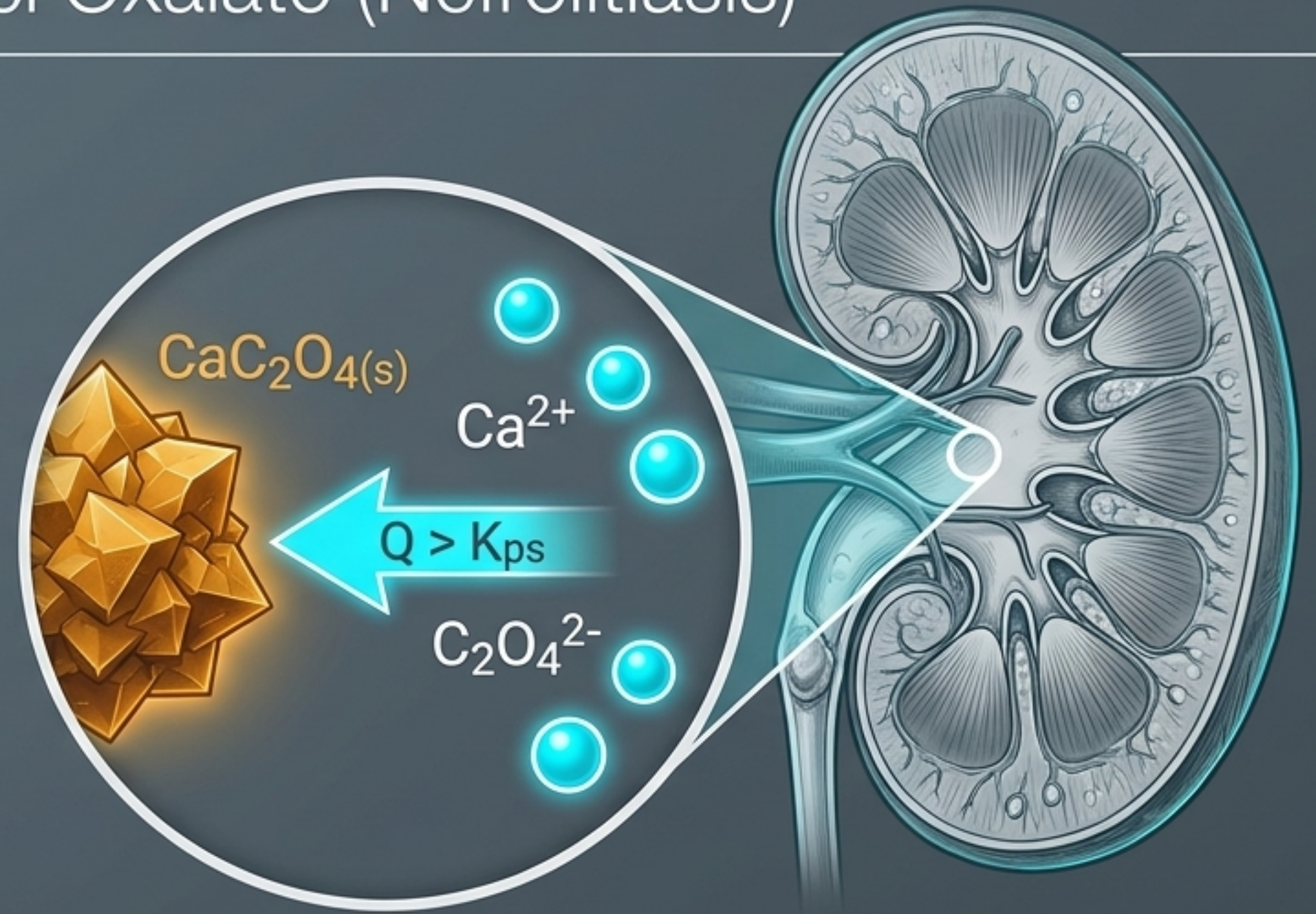
El Punto de Quiebre Patológico: Q vs Kps

El producto de solubilidad (K_{ps}) determina el límite de saturación corporal.



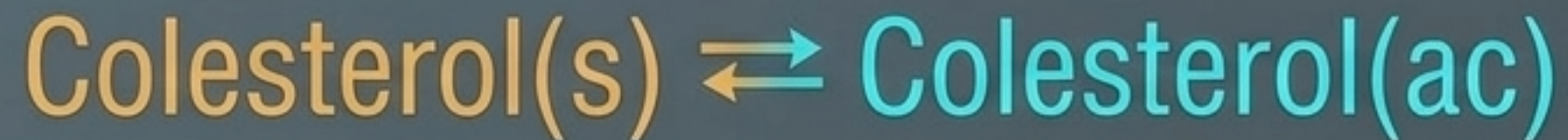
Riñones: La Precipitación del Oxalato (Nefrolitiasis)

Sobresaturación urinaria desplaza el equilibrio hacia la izquierda.



Vesícula Biliar: Saturación de Colesterol (Colelitiasis)

$Q > K_{ps}$ desencadena la cristalización del colesterol, causante principal de colecistitis aguda.

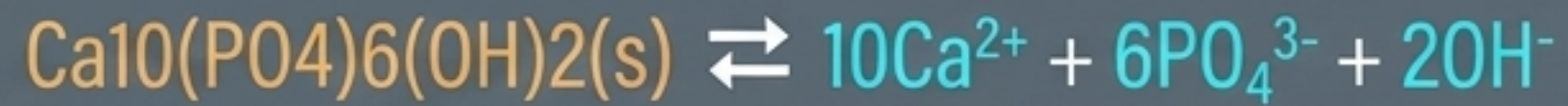


$$K_{ps} = [\text{Colesterol(ac)}]$$

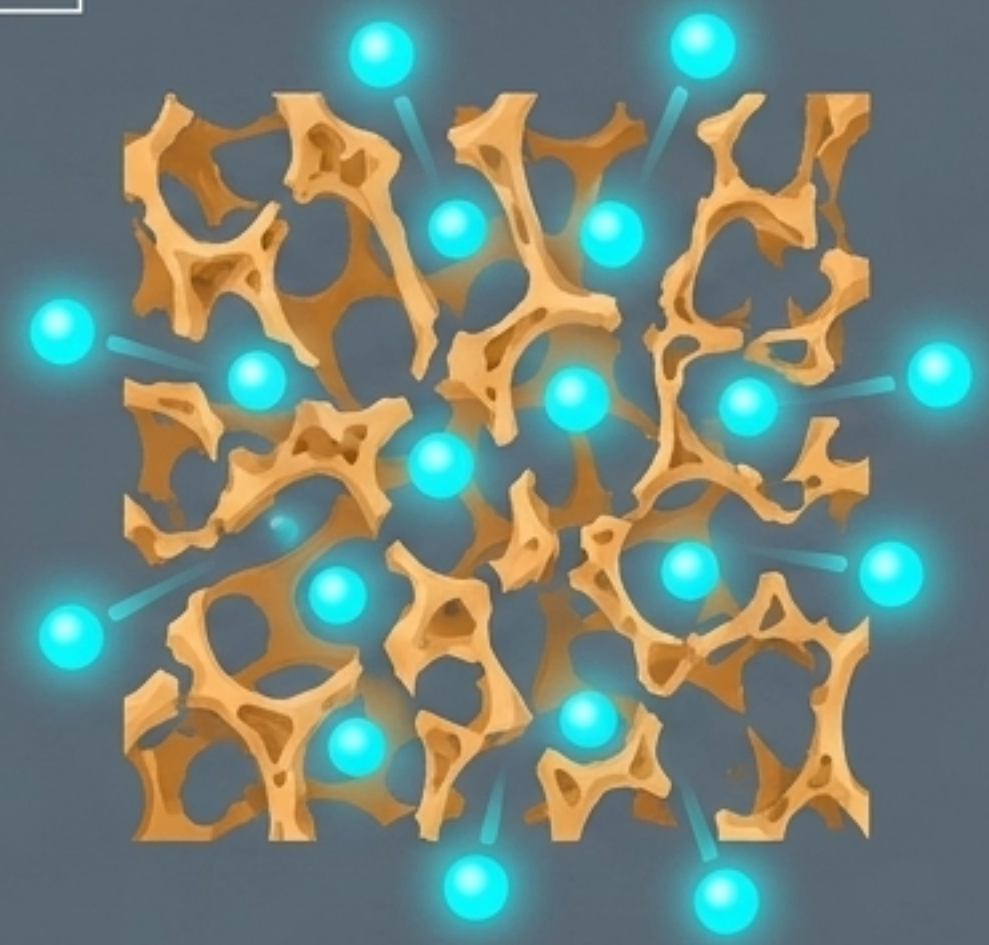
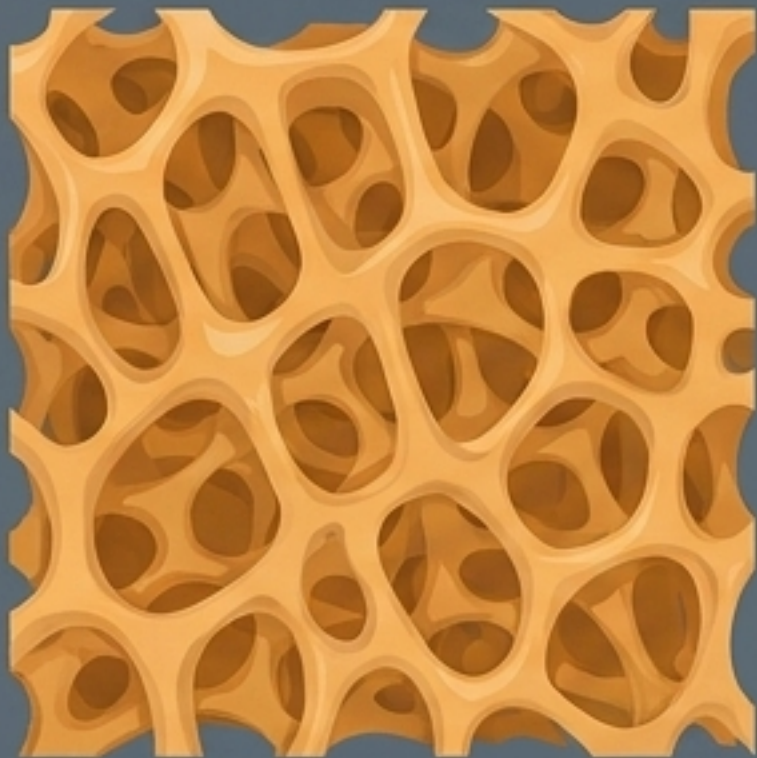
Huesos: El Equilibrio de la Hidroxiapatita

Una disminución del aporte de Ca^{2+} desplaza el equilibrio a la derecha, disolviendo el hueso estructural.

Mineralización Ósea



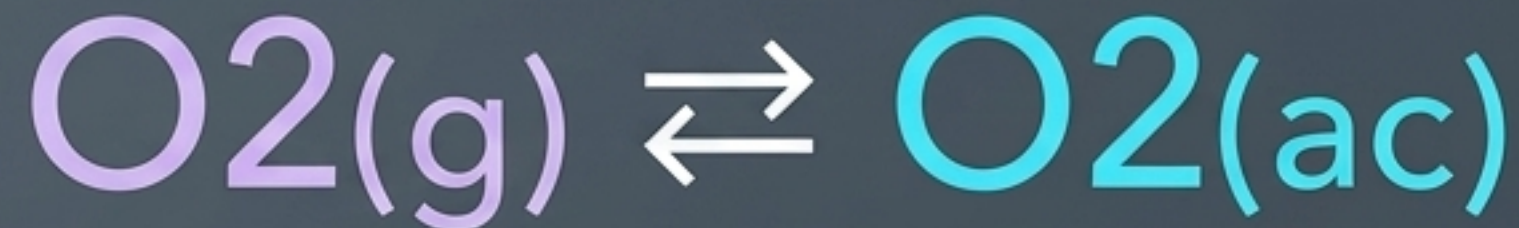
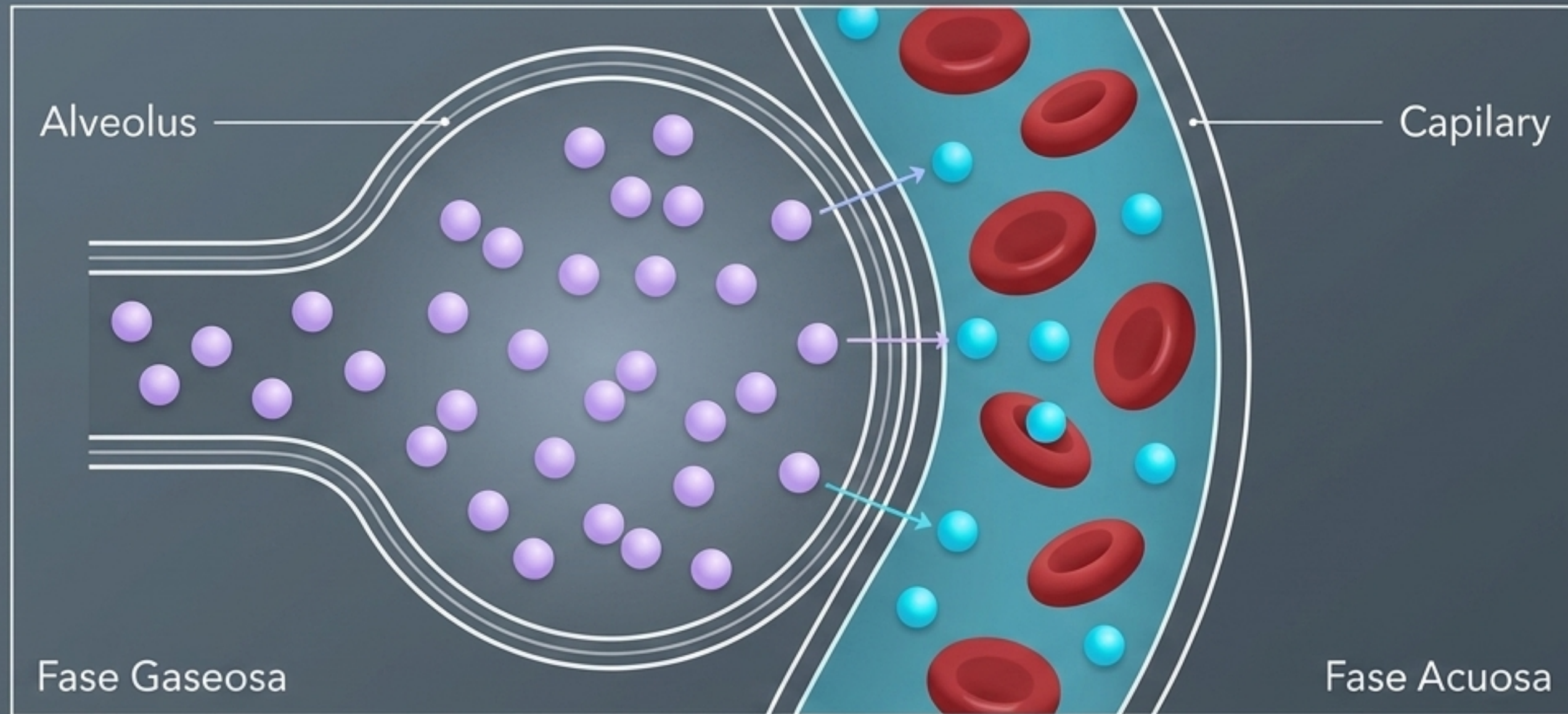
Osteoporosis



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}]^{10} [\text{PO}_4^{3-}]^6 [\text{OH}^-]^2$$

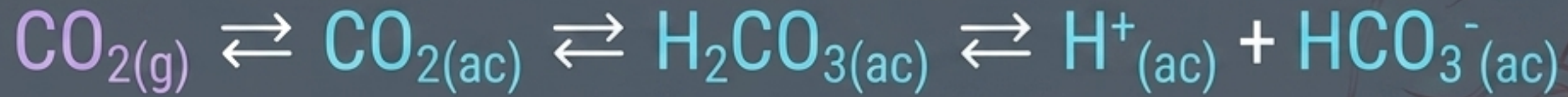
Pulmones: La Frontera Alveolar

El oxígeno obedece la Ley de Henry para cruzar al torrente sanguíneo.



Sangre: Tampón CO₂ / Bicarbonato

Regulación crítica del pH sistémico.



⚠️ ACIDOSIS
(pH < 7.35)

7.35–7.45

⚠️ ALCALOSIS
(pH > 7.45)

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}\right)$$

Matriz de Referencia Global: Expresiones de K

Tipo de Equilibrio	Reacción	Expresión de K	Notas
Homogéneo gaseoso	$\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$	$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{([\text{N}_2][\text{H}_2]^3)}$	Todas las especies incluidas
Heterogéneo (sólido-gas)	$\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$	$K = [\text{CO}_2]$	Sólidos excluidos
Heterogéneo (gas-líquido)	$\text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(ac)} + \text{OH}^-_{(ac)}$	$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$	Líquido puro excluido
Solubilidad (Kps)	$\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(ac)} + \text{Cl}^-_{(ac)}$	$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$	Sólido excluido

El Equilibrio es Vida



1. Identifica las fases
Sólidos y líquidos puros
no dictan la constante.



2. Vigila los productos
La balanza Q vs K_{ps}
anticipa la patología.



3. Química es diagnóstico
Entender el desplazamiento
es predecir la enfermedad.

